

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service as Express Mail, Airbill No. EL 982 741 200 US, in an envelope addressed to: MS Patent Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the date shown below.

Dated: January 14, 2004

Signature:

(Anthony A. Laurentano)

Docket No.: TOW-059
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Masaru Odajima *et al.*

Application No.: NEW APPLICATION

Filed: Concurrently Herewith

Art Unit: N/A

For: METHOD OF AND APPARATUS FOR
FRICTION STIR WELDING

Examiner: Not Yet Assigned

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENT

MS Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicants hereby claim priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	2003-006141	January 14, 2003

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Applicants believe no fee is due with this response. However, if a fee is due, please charge our Deposit Account No. 12-0080, under Order No. TOW-059 from which the undersigned is authorized to draw.

Dated: January 14, 2004

Respectfully submitted,

By 

Anthony A. Laurentano

Registration No.: 38,220

LAHIVE & COCKFIELD, LLP

28 State Street

Boston, Massachusetts 02109

(617) 227-7400

(617) 742-4214 (Fax)

Attorney/Agent For Applicant

TOW-059

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 1 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 0 6 1 4 1
Application Number:

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 0 6 1 4 1]

出 願 人 本 田 技 研 工 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 2 6 8 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 PCB17215HK

【提出日】 平成15年 1月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23K 20/12
B23K 20/310
B23K 37/02

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 小田島 賢

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県狭山市新狭山1丁目10番1号 ホンダエンジニアリング株式会社内

【氏名】 中村 秀夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077665

【弁理士】

【氏名又は名称】 千葉 剛宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100116676

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮寺 利幸

【選任した代理人】

【識別番号】 100077805

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 辰彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001834

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9711295

【包括委任状番号】 0206309

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書**【発明の名称】**

摩擦撹拌接合方法および装置

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 円筒部材の端部と第 2 円筒部材の端部とを突き合わせた突き合わせ部の一方の面に、回転するプローブを押し付けながら、前記プローブを前記突き合わせ部に沿って相対的に移動させることにより、前記突き合わせ部を接合する摩擦撹拌接合方法であって、

前記第 1 および第 2 円筒部材を裏当て治具に外装させ、前記突き合わせ部の他方の面を前記裏当て治具の外周面に密着状態で嵌合させる工程と、

前記突き合わせ部の他方の面を前記裏当て治具で保持しながら、該突き合わせ部の一方の面に摩擦撹拌接合を行う工程と、

前記摩擦撹拌接合が行われた後、前記突き合わせ部の他方の面から前記裏当て治具を離脱させる工程と、

を有することを特徴とする摩擦撹拌接合方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の摩擦撹拌接合方法において、前記第 1 および第 2 円筒部材を前記裏当て治具に対し相対的に膨張させた状態で、該裏当て治具に該第 1 および第 2 円筒部材を外装させることを特徴とする摩擦撹拌接合方法。

【請求項 3】

請求項 1 記載の摩擦撹拌接合方法において、前記摩擦撹拌接合が行われた後、前記第 1 および第 2 円筒部材を前記裏当て治具に対し相対的に膨張させて該第 1 および第 2 円筒部材から該裏当て治具を離脱させることを特徴とする摩擦撹拌接合方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の摩擦撹拌接合方法において、前記第 1 および第 2 円筒部材は、前記プローブの挿入方向と略直交する方向から加圧力が付与された状態で、前記突き合わせ部に沿って摩擦撹拌接合されることを特徴と

する摩擦撹拌接合方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の摩擦撹拌接合方法において、前記裏当て治具の外周面は真円形状を有しており、この外周面に密着する前記第 1 および第 2 円筒部材の端部同士を同一の円周長さに規制することを特徴とする摩擦撹拌接合方法。

【請求項 6】

第 1 円筒部材の端部と第 2 円筒部材の端部とを突き合わせた突き合わせ部の一方の面に、回転するプローブを押し付けながら、前記プローブを前記突き合わせ部に沿って相対的に移動させることにより、前記突き合わせ部を接合する摩擦撹拌接合装置であって、

前記第 1 および第 2 円筒部材を保持する台部材と、

前記第 1 および第 2 円筒部材を外装させて前記突き合わせ部の他方の面を規定の円周長さに規制するとともに、摩擦撹拌接合が行われた後に該突き合わせ部から離脱される裏当て治具と、

前記突き合わせ部に加圧力を付与する加圧機構と、

を備えることを特徴とする摩擦撹拌接合装置。

【請求項 7】

請求項 6 記載の摩擦撹拌接合装置において、前記加圧機構は、前記第 1 および第 2 円筒部材に、前記プローブの挿入方向と略直交する方向から加圧力を付与することを特徴とする摩擦撹拌接合装置。

【請求項 8】

請求項 6 または 7 記載の摩擦撹拌接合装置において、前記裏当て治具の外周面は真円形状を有しており、この外周面に密着する前記第 1 および第 2 円筒部材の端部同士を同一の円周長さに規制することを特徴とする摩擦撹拌接合装置。

【請求項 9】

請求項 6 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の摩擦撹拌接合装置において、前記突き合わせ部の一方の面に配置され、前記摩擦撹拌接合時に該突き合わせ部の変形を阻止するクランプ治具を備えることを特徴とする摩擦撹拌接合装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、第1円筒部材の端部と第2円筒部材の端部とを突き合わせた突き合わせ部の一方の面に、回転するプローブを押し付けながら前記突き合わせ部に沿って相対的に移動させることにより、前記突き合わせ部を接合する摩擦攪拌接合方法および装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

一般的に、ワーク（物体）に回転するプローブを挿入する際に発生する摩擦熱を利用して、2つのワークを固相接合する摩擦攪拌溶接（Friction Stir Welding：以下、FSWともいう）が知られている。上記の接合によると、ワークの接合部分は、母材に対して80%程度の強度を維持することができ、結晶の粗大化も防止することが可能になる。

【0 0 0 3】

例えば、ワークとしてアルミニウム材を用い、従来のスポット溶接や電子ビームによる溶接を行うと、このアルミニウム材に過剰な熱が付与されてしまう。このため、材料の劣化や粗大化による強度低下が惹起されるおそれがある。

【0 0 0 4】

これに対して、FSWでは、アルミニウム材のように比較的融点の低い金属材料（アルミニウム材では、600℃～660℃程度）を用いても、500℃程度で接合が行われるため、熱による劣化が防止される。従って、FSWによる場合は、アルミニウム材の他、マグネシウムやチタン、高分子等の他の材料にも適用することが可能である。

【0 0 0 5】

上記のFSWをアルミニウム材に適用する例として、電車のような大型部材のアルミニウムフレームが挙げられる。この種の大型部材は、接合の強度を重視しており、アルミニウム材の厚さは、通常、5mm以上に設定されている。一方、ガスタービンエンジン部材のように、強度の向上とともに軽量化を図ることが望

まれている部材では、厚さを大きくすることができない。このため、例えば、1 . 2 mm程度の薄板状のアルミニウム材を用い、ガスタービンエンジンの外枠を構成している。

【0 0 0 6】

しかしながら、薄板状のアルミニウム材の両端部を突き合わせた突き合わせ部を、F S Wで接合して比較的大径な円筒部材を形成する際、このアルミニウム材が薄肉であるために真円度を得ることができないという問題がある。

【0 0 0 7】

さらに、2つの円筒部材の端部同士を突き合わせた突き合わせ部を、F S Wにより接合する際、各端部の円周長さが同一寸法にならないおそれがある。従って、この状態で、円筒部材をF S Wにより接合すると、接合部の最終部位で位相差が発生し、例えば、波形に変形する、所謂、皺が惹起されるという問題がある。

【0 0 0 8】

この他、F S Wによる接合時には、薄板状のアルミニウム材に1 t ~ 2 t 単位の押し付け力が付与される。このため、アルミニウム材を確実に保持し得ないと、接合部にはF S Wによって凹凸が発生するという問題がある。

【0 0 0 9】

そこで、例えば、特許文献1のアルミニウム部材の接合方法では、図9に示すように、アルミニウムの中空管1 a、1 bの突き合わせ部2の内部に、この中空管1 a、1 bと同一材料の裏当て3が配置されている。この裏当て3と突き合わせ部2の内面との間には、所定の隙間Cが形成されている。

【0 0 1 0】

このような構成において、プローブ4を高速回転させながら突き合わせ部2および裏当て3にプローブ先端4 aを挿入し、前記プローブ4を前記突き合わせ部2に沿って移動させる。これにより、周回する突き合わせ部2の全周に摩擦攪拌接合が行われる。

【0 0 1 1】

【特許文献1】

特開平11-226759号公報（段落[0018]、[0019]、図1）

【 0 0 1 2 】

【発明が解決しようとする課題】

上記の特許文献 1 では、裏当て 3 は中空管 1 a、1 b の補強材としてこの中空管 1 a、1 b の内面に接合されている。しかしながら、このように裏当て 3 が接合された中空管 1 a、1 b は、例えば、ガスタービンエンジンの外枠として使用することができない。しかも、裏当て 3 と中空管 1 a、1 b の内面との間に隙間 C が設けられている。従って、特に、中空管 1 a、1 b が薄肉でかつ大径な円筒形状を有する際には、突き合わせ部 2 の真円度を維持することができないという問題が指摘されている。

【 0 0 1 3 】

本発明はこの種の問題を解決するものであり、特に薄肉でかつ大径な第 1 および第 2 円筒部材同士の真円度を確実に保持して良好に接合することができ、しかも構成および工程の簡素化を図ることが可能な摩擦攪拌接合方法および装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項 1 に係る摩擦攪拌接合方法および請求項 6 に係る摩擦攪拌接合装置では、第 1 および第 2 円筒部材を裏当て治具に外装させることにより、前記第 1 および第 2 円筒部材の端部同士の突き合わせ部は、その他方の面（内周面）が前記裏当て治具の外周面に密着状態で嵌合される。

【 0 0 1 5 】

この状態で、突き合わせ部の一方の面（外周面）に、回転するプローブを押し付けながら、前記プローブを前記突き合わせ部に沿って相対的に移動させることにより、前記突き合わせ部全周が接合される。その際、突き合わせ部は、裏当て治具の外周面に密着されるため、特に前記突き合わせ部が肉薄でかつ大径な形状であっても、該突き合わせ部を所望の形状に確実に保持することができる。従って、簡単かつ経済的な構成および工程で、突き合わせ部の摩擦攪拌接合作業が効率的に遂行される。

【 0 0 1 6 】

次いで、突き合わせ部全周に摩擦撹拌接合が行われた後、前記突き合わせ部の他方の面から裏当て治具が離脱される。このため、摩擦撹拌接合された薄肉状の突き合わせ部が得られるとともに、前記突き合わせ部に残留応力が発生することを阻止することが可能になる。

【0017】

また、本発明の請求項2に係る摩擦撹拌接合方法では、第1および第2円筒部材を裏当て治具に対し相対的に膨張させた状態で、前記裏当て治具に前記第1および第2円筒部材が外装される。例えば、第1および第2円筒部材が加熱されると、この第1および第2円筒部材が熱膨張して内周径が拡大する。従って、第1および第2円筒部材は、裏当て治具に容易に外装されるとともに、冷却されることにより収縮して前記裏当て治具の外周面に確実に密着する。

【0018】

その際、裏当て治具の外周面は、真円形状を有しており、この外周面に密着する第1および第2円筒部材の端部同士は、同一の円周長さに規制される（請求項5および請求項8）。このため、特に薄肉でかつ比較的大径な突き合わせ部であっても、プローブの挿入によって変形や皺等による位相差が発生することがなく、前記突き合わせ部の真円度を良好に維持することができ、寸法精度が向上する。しかも、突き合わせ部のずれを阻止して正確な位置出しが可能になり、摩擦撹拌接合処理が効率的に遂行される。

【0019】

さらに、本発明の請求項3に係る摩擦撹拌接合方法では、第1および第2円筒部材が裏当て治具に対し相対的に膨張されるため、前記第1および第2円筒部材から前記裏当て治具を容易かつ確実に離脱させることができる。

【0020】

さらにまた、本発明の請求項4に係る摩擦撹拌接合方法および請求項7に係る摩擦撹拌接合装置では、第1および第2円筒部材は、プローブの挿入方向と略直交する方向から加圧力が付与された状態で、突き合わせ部に沿って摩擦撹拌接合される。従って、第1および第2円筒部材の端部同士を確実に圧着することができ、突き合わせ部を高品質に接合することが可能になる。

【0021】

また、本発明の請求項 9 に係る摩擦攪拌接合装置では、突き合わせ部の一方の面に配置され、摩擦攪拌接合時に前記突き合わせ部の変形を阻止するクランプ治具を備える。これにより、摩擦攪拌接合時に突き合わせ部が膨張する際、この突き合わせ部の位置がずれることがなく、高品質な接合作業が容易に遂行される。

【0022】**【発明の実施の形態】**

図 1 は、本発明の実施形態に係る摩擦攪拌接合方法が実施されるファンダクト 10 を組み込む航空機用ガスタービンエンジン 12 の概略構成説明図である。

【0023】

ガスタービンエンジン 12 はファン 14 を備え、このファン 14 は、高速で回転して外部から空気を吸引し、この空気を圧縮して後方に圧送する。ファン 14 の近傍には、コアダクト 16 とファンダクト 10 とによってファンバイパス通路 18 が形成され、このファンバイパス通路 18 を通って後方に噴射される空気を介し、図示しない機体に推力を生じさせる。

【0024】

ファン 14 は、低圧圧縮機 20 を構成しており、この低圧圧縮機 20 で圧縮された空気は、後段の高圧圧縮機 22 に送られる。この高圧圧縮機 22 で圧縮された空気は、さらに後段の燃焼室 24 に送られる。この燃焼室 24 は燃料ノズル 26 を備え、この燃料ノズル 26 から前記燃焼室 24 に燃料が圧送される。燃焼室 24 では、高圧圧縮機 22 から圧送された圧縮空気と、燃料ノズル 26 から噴霧された燃料とを混合した混合気が、エンジン始動時に点火されて燃焼する。

【0025】

混合気が燃焼することによって高温高压ガスが発生し、この高温高压ガスは、高压タービン 28 に送られてこの高压タービン 28 を高速回転させる。この高压タービン 28 は、ファン 14 のロータ 14a を回転させる一方、前記高温高压ガスは、前記高压タービン 28 を回転駆動した後、低压タービン 30 に送られる。低压タービン 30 は、低圧圧縮機 20 のロータ 14a およびファン 14 を回転させる。

【0026】

ガスタービンエンジン12の外部下面には、スタータおよび発電機を組み込むスタータジェネレータ32が、アクセサリギアボックス34を介して取り付けられる。

【0027】

図2は、ファンダクト10を構成するダクト構造体40の説明図である。このダクト構造体40は、薄板状のアルミニウム材を略円筒形状に成形した胴部材（第1円筒部材）42と、薄板状のアルミニウム材を略円筒形状に成形したフランジ部材（第2円筒部材）44、46とを備える。胴部材42の端部42a、42bと、フランジ部材44、46の端部44a、46aとを突き合わせた第1および第2突き合わせ部48、50は、その外周面（一方の面）48a、50aに摩擦撚拌接合が行われ、前記胴部材42と前記フランジ部材44、46とが接合される。

【0028】

図3は、上記のダクト構造体40を摩擦撚拌接合する本発明の実施形態に係る摩擦撚拌接合装置60の一部分解斜視図であり、図4は、前記摩擦撚拌接合装置60の断面説明図であり、図5は、前記摩擦撚拌接合装置60の一部拡大説明図である。

【0029】

この摩擦撚拌接合装置60は、回転テーブル62に固定されて回転されるとともに、予め仮接合された胴部材42とフランジ部材44、46とを一体的に保持する台部材64を備える。台部材64の上部には、略円盤状の支持ベース66が固着され、この支持ベース66の中央部には、鉛直方向（矢印A方向）に延在して支柱68が立設される。支柱68の先端には、加圧機構70を構成するねじ部72が形成される。

【0030】

加圧機構70は加圧板74を備え、この加圧板74は、略円盤状を有するとともに、中央部に支柱68を挿入する孔部76が形成される。加圧板74は、支持ベース66上に配置される胴部材42およびフランジ部材44、46を後述する

プローブの挿入方向（矢印B方向）と略直交する矢印A方向から加圧力を付与する機能を有する。

【0031】

加圧板74の中央部分には、押圧ブロック77が係合するとともに、ねじ部72に螺合するナット部材78が前記押圧ブロック77を介して加圧板74を矢印A方向に加圧する。ねじ部72の先端には、吊り下げ用ボルト79が螺着される。加圧板74には、等角度間隔離間して複数の開口部80と、前記開口部80よりも小径な複数の開口部82と、複数のボルト挿入用孔部84とが形成される。加圧板74には、吊り下げ用ボルト85が螺着される。

【0032】

支持ベース66には、支柱68を中心に周回するリング部86が矢印A方向に膨出して形成される。リング部86の外周には、所定の隙間C1を設けて第1裏当て治具88が着脱自在に設けられるとともに、前記リング部86に固定されるロッド90を介して第2裏当て治具92が取り付けられる。

【0033】

第1裏当て治具88は、例えば、鉄系材料で形成されており、略リング状を有する。この第1裏当て治具88の外周面88aは、真円形状に設定されるとともに、胴部材42とフランジ部材44との第1突き合わせ部48の内周面（他方の面）48bを支持可能に配置される（図5参照）。第1裏当て治具88の内周面88bは、リング部86の外周面との間に所定の隙間C1を形成している。

【0034】

第1裏当て治具88の裏面（支持ベース66に対向する面）には、所定の角度間隔ずつ離間した位置にねじ穴94が形成される。支持ベース66の裏面から挿入されるボルト96が各ねじ穴94にねじ込まれることにより、第1裏当て治具88が前記支持ベース66上に固定される。第1裏当て治具88の上面には、複数の吊り下げ用ボルト98が装着される。

【0035】

リング部86の上面には、所定の角度間隔ずつ離間してねじ穴100が形成され、前記ねじ穴100には、各ロッド90が一方の端部に設けられるねじ部10

2が螺合する。ロッド90の他方の端部には、ねじ穴104が形成され、第2裏当て治具92に形成された孔部106にボルト108が挿入される。このボルト108はねじ穴104にねじ込まれることにより、第2裏当て治具92がロッド90に固定される。

【0036】

第2裏当て治具92は、例えば、鉄系材料で形成されており、略円盤状を有する。この第2裏当て治具92の外周面92aは、真円状に構成されて胴部材42とフランジ部材44との第2突き合わせ部50の内周面（他方の面）50bに密着する（図5参照）。第1および第2裏当て治具88、92の外周面88a、92aは、ダクト構造体40のスプリングバックを考慮して前記ダクト構造体40を最終的に設計寸法に維持する必要がある、前記外周面88a、92aの外径寸法は、加熱前の第1および第2突き合わせ部48、50の内径よりも大きい。

【0037】

第2裏当て治具92には、加圧板74の孔部84に対応してねじ孔110が形成される。孔部84に挿入されるボルト112は、ねじ孔110にねじ込まれることにより、第2裏当て治具92に加圧板74を固定する。第2裏当て治具92には、吊り下げ用ボルト113が螺着される。

【0038】

第1突き合わせ部48の外周面48aには、前記第1突き合わせ部48を保持する第1クランプ治具114が配置されるとともに、第2突き合わせ部50の外周面50aには、前記第2突き合わせ部50を保持する第2クランプ治具116が配置される。

【0039】

図3に示すように、第1クランプ治具114は、角材をリング状に成形してベルト状に構成する。第1クランプ治具114の一方の端面には、ねじ穴118が形成されるとともに、他方の端面には、孔部120が形成される。ボルト122が孔部120を通過してねじ穴118にねじ込まれることにより、第1クランプ治具114は、径方向の寸法が縮小されて第1突き合わせ部48の外周面48aを締め付ける。

【0040】

図3乃至図5に示すように、支持ベース66の外周縁部には、ボルト124を介して複数本のロッド126が固定される。各ロッド126は、矢印A方向に延在しており、その端部にねじ込まれるボルト128を介して取り付け板130が設けられる。この取り付け板130は、略リング形状に構成され、ボルト132を介して前記取り付け板130に第2クランプ治具116が固定される。第2クランプ治具116は、略リング状に構成され、第2突き合わせ部50の外周面50aを締め付け保持する。

【0041】

図5に示すように、第1突き合わせ部48を接合する接合機140は、回転工具142を備える。この回転工具142の先端には、その先端面から所定の長さだけ突出するプローブ144が設けられる。このプローブ144は、第1突き合わせ部48に挿入される長さが前記第1突き合わせ部48の肉厚よりも短尺に設定される。なお、第2突き合わせ部50は、上記の接合機140により接合してもよく、あるいは個別の接合機を用いて接合作業を行ってもよい。

【0042】

このように構成される摩擦攪拌接合装置60の動作について、本実施形態に係る摩擦攪拌接合方法との関連で、図6に示すフローチャートに沿って以下に説明する。

【0043】

まず、円筒形状を有する胴部材42およびフランジ部材44、46が作製される（ステップS1）。具体的には、図2に示すように、胴部材42を構成する薄板状のアルミニウム材を略円筒形状に成形し、その両端部を突き合わせた突き合わせ部42cに沿って摩擦攪拌接合（FSW）が行われ、前記突き合わせ部42cが接合される。このため、胴部材42が得られる。

【0044】

同様に、フランジ部材44、46を構成する薄板状のアルミニウム材が略円筒形状に成形された後、それぞれの突き合わせ部44c、46cが摩擦攪拌接合により接合される。従って、フランジ部材44、46が得られる。

【0045】

なお、上記の摩擦撹拌接合時には、図示しないプローブが、円筒形状の中心から所定距離だけオフセットして配置されており、接合面の切断を有効に阻止している。

【0046】

次いで、胴部材42の端部42a、42bにフランジ部材44、46の端部44a、46aを突き合わせた状態で、第1および第2突き合わせ部48、50には、所定の個所にアルミニウムテープ（図示せず）が貼り付けられる。このため、胴部材42の両側にフランジ部材44、46が仮接合される（ステップS2）。この仮接合された胴部材42およびフランジ部材44、46は、図示しない加熱炉内に配置されて所定の温度に加熱される（ステップS3）。所定温度に加熱された胴部材42およびフランジ部材44、46は、台部材64にセットされる（ステップS4）。

【0047】

具体的には、図3乃至図5に示すように、台部材64を構成する支持ベース66上に、リング部86を周回して第1裏当て治具88が配置される。そして、ボルト96が支持ベース66の裏面から第1裏当て治具88のねじ穴94にねじ込まれることにより、前記第1裏当て治具88は、支持ベース66上に固定される（図4および図5参照）。

【0048】

一方、リング部86に形成されたねじ穴100には、ロッド90のねじ部102が螺着される。ロッド90上に第2裏当て治具92が配置された状態で、前記ロッド90のねじ穴104に前記第2裏当て治具92の孔部106を通してボルト108が螺着される。従って、各ロッド90には、第2裏当て治具92が固定される。この状態で、所定温度に加熱された胴部材42およびフランジ部材44、46は、第1および第2裏当て治具88、92に外装される。

【0049】

この場合、本実施形態では、胴部材42およびフランジ部材44、46は、所定の温度に加熱されており、熱膨張によって内周径が拡大している。このため、

胴部材 42 およびフランジ部材 44、46 の第 1 および第 2 突き合わせ部 48、50 は、第 1 および第 2 裏当て治具 88、92 に容易に外装される。そして、胴部材 42 およびフランジ部材 44、46 は、冷却されることによって内周径が収縮し、第 1 および第 2 突き合わせ部 48、50 の内周面 48b、50b は、第 1 および第 2 裏当て治具 88、92 の外周面 88a、92a に密着した状態で確実に嵌合する（図 5 参照）。第 1 および第 2 裏当て治具 88、92 の外周面 88a、92a の外径寸法が、加熱前の第 1 および第 2 突き合わせ部 48、50 の内周面 48b、50b の内径寸法よりも大きいからである。

【0050】

ここで、第 1 および第 2 裏当て治具 88、92 の外周面 88a、92a は、真円形状を有しており、端部 42a、44a および端部 42b、46a は、それぞれ同一の円周長さに規制されるとともに、真円形状に維持される。

【0051】

次に、第 2 裏当て治具 92 上に加圧板 74 が配置され、押圧ブロック 77 がねじ部 72 に外装された後、ナット部材 78 が前記ねじ部 72 にねじ込まれる。これにより、押圧ブロック 77 を介して加圧板 74 が加圧され、胴部材 42 およびフランジ部材 44、46 は、矢印 A 方向に締め付け荷重が付与される。この結果、第 1 および第 2 突き合わせ部 48、50 には、隙間が生じない状態で押圧保持される（ステップ S5）。そして、ステップ S6 に進み、第 1 および第 2 突き合わせ部 48、50 に貼り付けられているアルミニウムテープ（図示せず）が除去され、表面の洗浄が行われる。

【0052】

さらに、ステップ S7 において、第 1 クランプ治具 114 が装着される。この第 1 クランプ治具 114 は、ベルト状に構成されており、胴部材 42 の外周を端部 42a 側に沿って周回している。そこで、孔部 120 にボルト 122 を挿入し、このボルト 122 をねじ穴 118 にねじ込むことにより、第 1 クランプ治具 114 の内周径が縮小する。従って、第 1 クランプ治具 114 は、胴部材 42 の外周面を締め付け保持する。

【0053】

次いで、台部材 64 は、回転テーブル 62 にねじ止めによって固定される（ステップ S8）。この状態で、図 7 に示すように、接合機 140 を構成する回転工具 142 が高速で回転しながら、第 1 突き合わせ部 48 に向かって移動する。このため、高速回転するプローブ 144 は、第 1 突き合わせ部 48 に挿入され、摩擦熱によって前記第 1 突き合わせ部 48 が溶接される。その際、回転テーブル 62 が回転しており、高速回転するプローブ 144 は、第 1 突き合わせ部 48 に沿って相対的に移動し、この第 1 突き合わせ部 48 の全周にわたり接合作業が遂行される（ステップ S9）。

【0054】

第 1 突き合わせ部 48 の接合作業が終了すると、回転テーブル 62 が停止されるとともに、接合機 140 がこの第 1 突き合わせ部 48 から離間する。さらに、第 1 クランプ治具 114 が取り外される一方、第 2 クランプ治具 116 が取り付けられる（ステップ S10）。第 1 クランプ治具 114 は、ボルト 122 をねじ穴 118 から離脱させることにより、内周径が拡大して胴部材 42 から取り外される。

【0055】

一方、支持ベース 66 の外周縁部には、ボルト 124 を介して複数のロッド 126 が取り付けられ、前記ロッド 126 の先端部には、ボルト 128 を介して取り付け板 130 が取り付けられる。この取り付け板 130 には、ボルト 132 を介して第 2 クランプ治具 116 が装着され、この第 2 クランプ治具 116 が胴部材 42 の端部 42b 側の外周面を締め付け保持する。

【0056】

この状態で、図 8 に示すように、例えば、接合機 140 が第 2 突き合わせ部 50 に対応して配置され、回転工具 142 と一体的にプローブ 144 が回転しながら、このプローブ 144 が前記第 2 突き合わせ部 50 の外周面 50a に挿入される。この第 2 突き合わせ部 50 は、回転テーブル 62 の回転作用下に接合機 140 に対して回転しており、前記第 2 突き合わせ部 50 の全周にわたって摩擦攪拌接合が行われる（ステップ S11）。

【0057】

上記のように、第1および第2突き合わせ部48、50が接合されて接合品であるダクト構造体40が得られた後、このダクト構造体40は、第1および第2裏当て治具88、92とともに、台部材64から取り外される（ステップS12）。具体的には、ボルト112が第2裏当て治具92のねじ孔110から離脱され、前記第2裏当て治具92と加圧板74との締結状態が解除される。さらに、ボルト108がロッド90のねじ穴104から離脱されることにより、第2裏当て治具92が前記ロッド90から分離可能になる。一方、ボルト96が第1裏当て治具88のねじ穴94から離脱されて、前記第1裏当て治具88が支持ベース66から離脱可能となる。

【0058】

そこで、吊り下げ用ボルト79およびナット部材78がねじ部72から離脱されて押圧ブロック77が取り外されるとともに、加圧板74が支柱68から取り外される。そして、ダクト構造体40は、第1および第2裏当て治具88、92を内周面に保持した状態で、支持ベース66から取り出され、図示しない加熱炉内に配置されて加熱処理が施される（ステップS13）。

【0059】

この場合、ダクト構造体40は、アルミニウム材で構成される一方、第1および第2裏当て治具88、92は、鉄系材料で構成されており、それぞれの熱膨張が異なっている。このため、加熱炉内では、まず、ダクト構造体40が熱膨張することにより、このダクト構造体40の内周面から第1および第2裏当て治具88、92が容易に取り外される（ステップS14）。

【0060】

なお、第1および第2裏当て治具88、92には、吊り下げ用ボルト98、113が設けられており、この吊り下げ用ボルト98、113を図示しないクレーン等で吊り下げることにより、前記第1および第2裏当て治具88、92を台部材64に容易に着脱することができる。

【0061】

このように、本実施形態では、第1および第2突き合わせ部48、50の内周面48b、50bが第1および第2裏当て治具88、92の外周面88a、92

aに密着した状態で、前記第1および第2突き合わせ部48、50の外周面48a、50aに摩擦攪拌接合が行われる（図7参照）。このため、高速回転するプロープ144が第1および第2突き合わせ部48、50の外周面48a、50aに挿入されながら、前記プロープ144が前記外周面48a、50aに沿って相対移動する際に、第1および第2突き合わせ部48、50が変形することがない。

【0062】

特に、第1および第2裏当て治具88、92の外周面88a、92aが真円状に構成されており、第1および第2突き合わせ部48、50の内周面48b、50bは、前記外周面88a、92aに密着して真円形状が維持される。しかも、それぞれの端部42a、44aの内周長さおよび端部42b、46aの円周長さが同一長さに規制される。

【0063】

このため、薄肉でかつ比較的大径な第1および第2突き合わせ部48、50であっても、変形や皺等による位相差が発生することがなく、前記第1および第2突き合わせ部48、50の真円度を良好に維持することができ、寸法精度が向上する。これにより、簡単かつ経済的な工程で、第1および第2突き合わせ部48、50の摩擦攪拌接合作業が効率的に遂行されるという効果が得られる。

【0064】

さらに、第1および第2突き合わせ部48、50は、第1および第2裏当て治具88、92の外周面88a、92aに密着状態で嵌合する。このため、第1および第2突き合わせ部48、50のずれを阻止して正確な位置出しが可能になり、摩擦攪拌接合処理が効率的に遂行される。その際、第1および第2突き合わせ部48、50は、所定温度に加熱されることによって熱膨張により内周径を拡大させた状態で、第1および第2裏当て治具88、92に嵌合している。従って、第1および第2裏当て治具88、92の外周面88a、92aに対し、第1および第2突き合わせ部48、50を容易かつ確実に密着させることができる。

【0065】

一方、第1および第2突き合わせ部48、50の接合処理が終了した後、ダク

ト構造体 40 を加熱して内周径を拡大させることにより、第 1 および第 2 裏当て治具 88、92 の分離作業が容易に行われる。このため、摩擦撹拌接合処理全体の効率化が容易に遂行されるという利点がある。

【0066】

さらにまた、胴部材 42 とフランジ部材 44、46 とは、加圧機構 70 を介してプローブ 144 の挿入方向（矢印 B 方向）と略直交する方向（矢印 A 方向）から加圧力が付与される。これにより、第 1 および第 2 突き合わせ部 48、50 に隙間が発生することがなく、確実に圧着することができ、高品質な接合処理が遂行されるとともに、加圧機構 70 の構成が容易に簡素化する。

【0067】

また、第 1 突き合わせ部 48 の接合処理を行う際には、この第 1 突き合わせ部 48 の外周面 48a に第 1 クランプ治具 114 が装着されている。従って、摩擦撹拌接合時に、第 1 突き合わせ部 48 が膨張しても、この第 1 突き合わせ部 48 の位置がずれることがなく、高品質な接合作業が容易に遂行されるという効果がある。一方、第 2 突き合わせ部 50 の接合時には、この第 2 突き合わせ部 50 の外周面 50a を第 2 クランプ治具 116 により保持しており、同様の効果が得られる。

【0068】

なお、本実施形態では、図示しないアルミニウムテープで仮接合された胴部材 42 と、フランジ部材 44、46 とを、加熱炉内で所定温度に加熱することにより、内周径を拡張させて第 1 および第 2 裏当て治具 88、92 に装着しているが、これに限定されるものではなく、例えば、前記第 1 および第 2 裏当て治具 88、92 を冷却して該第 1 および第 2 裏当て治具 88、92 の外径寸法を縮小させてもよい。

【0069】

【発明の効果】

本発明に係る摩擦撹拌接合方法および装置では、第 1 および第 2 円筒部材の端部同士の突き合わせ部は、他方の面が裏当て治具の外周面に密着状態で嵌合するとともに、前記突き合わせ部の一方の面に回転するプローブが構成されることに

より、接合処理が施される。このため、特に、突き合わせ部が、肉薄でかつ大径な形状であっても、該突き合わせ部を所望の形状に確実に保持することができる。従って、簡単かつ経済的な構成および工程で、突き合わせ部の摩擦撚拌接合作業が効率的かつ高精度に遂行される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態に係る摩擦撚拌接合方法が実施されるファンダクトを組み込む航空機用ガスタービンエンジンの概略構成説明図である。

【図 2】

前記ファンダクトを構成するダクト構造体の説明図である。

【図 3】

前記ダクト構造体を接合する本発明の実施形態に係る摩擦撚拌接合装置の一部分解斜視図である。

【図 4】

前記摩擦撚拌接合装置の断面説明図である。

【図 5】

図 4 に示す前記摩擦撚拌接合装置の一部拡大説明図である。

【図 6】

前記摩擦撚拌接合方法のフローチャートである。

【図 7】

第 1 突き合わせ部を接合する際の動作説明図である。

【図 8】

第 2 突き合わせ部を接合する際の動作説明図である。

【図 9】

特許文献 1 のアルミニウム部材の接合方法を示す説明図である。

【符号の説明】

1 0…ファンダクト

1 2…ガスタービンエンジン

1 4…ファン

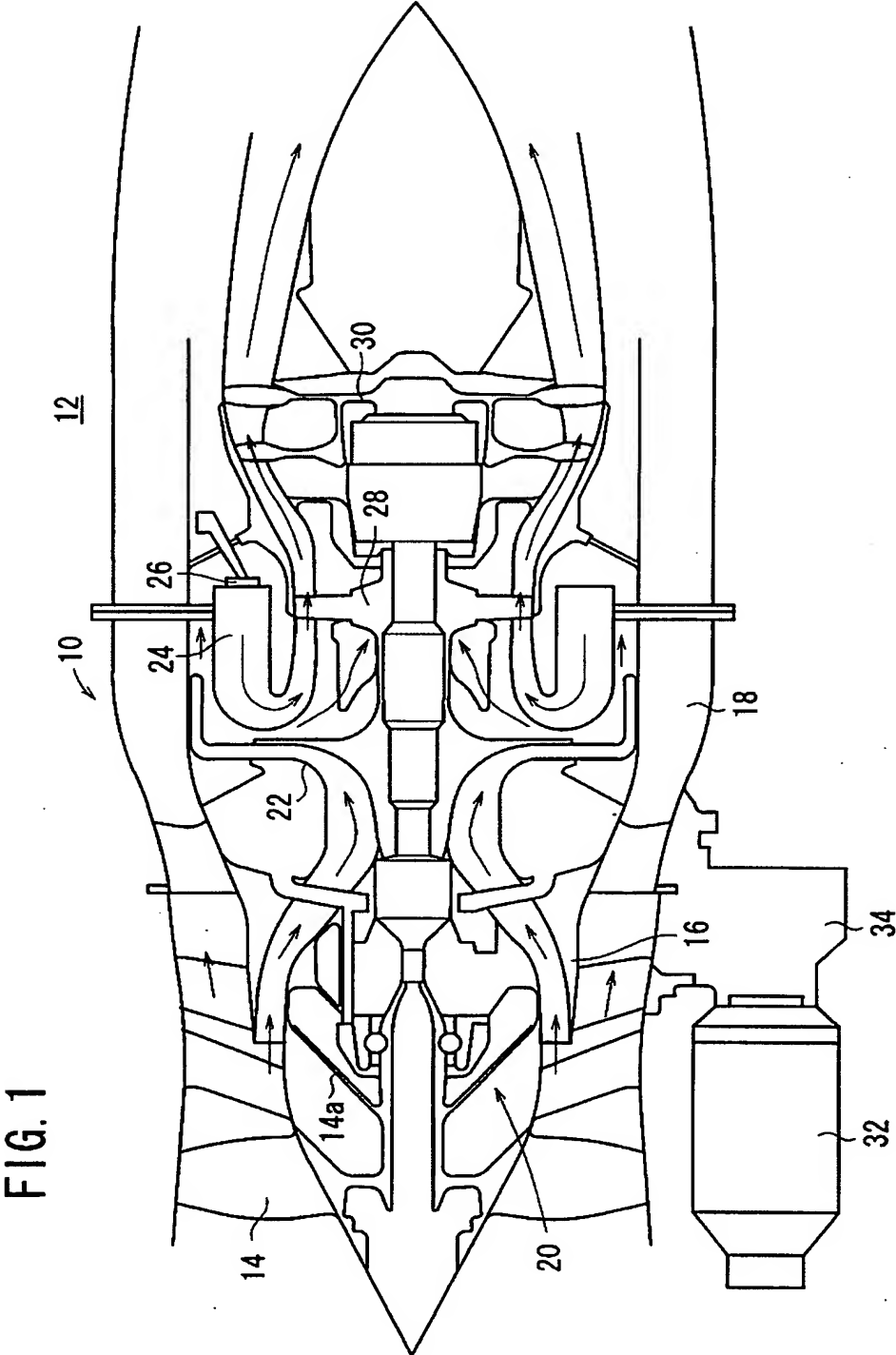
4 0…ダクト構造体

4 2…胴部材

4 4、4 6…フランジ部

4 4 a、4 6 a…端部	4 8、5 0…突き合わせ部
4 8 a、5 0 a、8 8 a、9 2 a…外周面	4 8 b、5 0 b、8 8 b…内周面
6 0…摩擦攪拌接合装置	6 2…回転テーブル
6 4…台部材	6 6…支持ベース
6 8…支柱	7 0…加圧機構
7 2…ねじ部	7 4…加圧板
7 7…押圧ブロック	8 8、9 2…裏当て治具
9 0…ロッド	1 1 4、1 1 6…クランプ治具
1 3 0…取り付け板	1 4 0…接合機
1 4 4…プローブ	

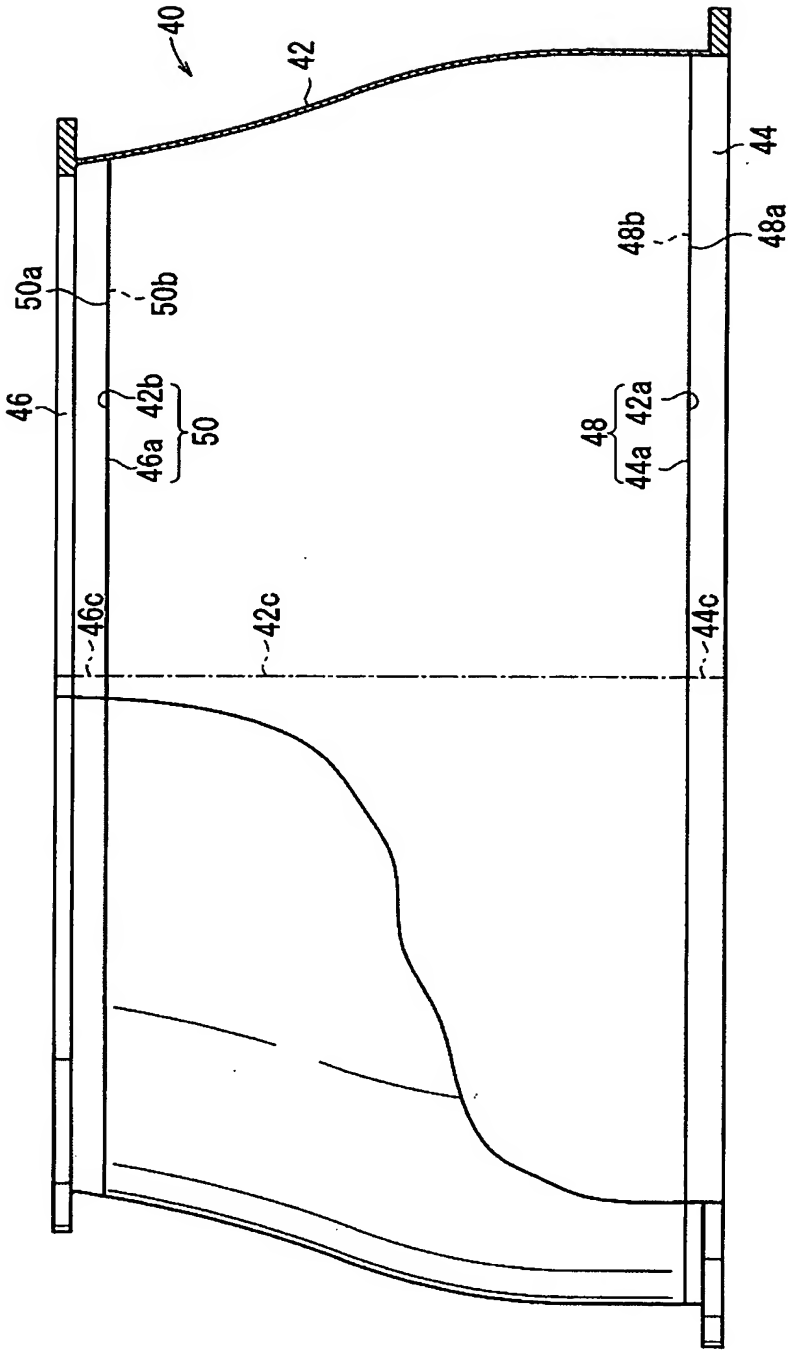
【書類名】 図面
【図 1】



【図2】

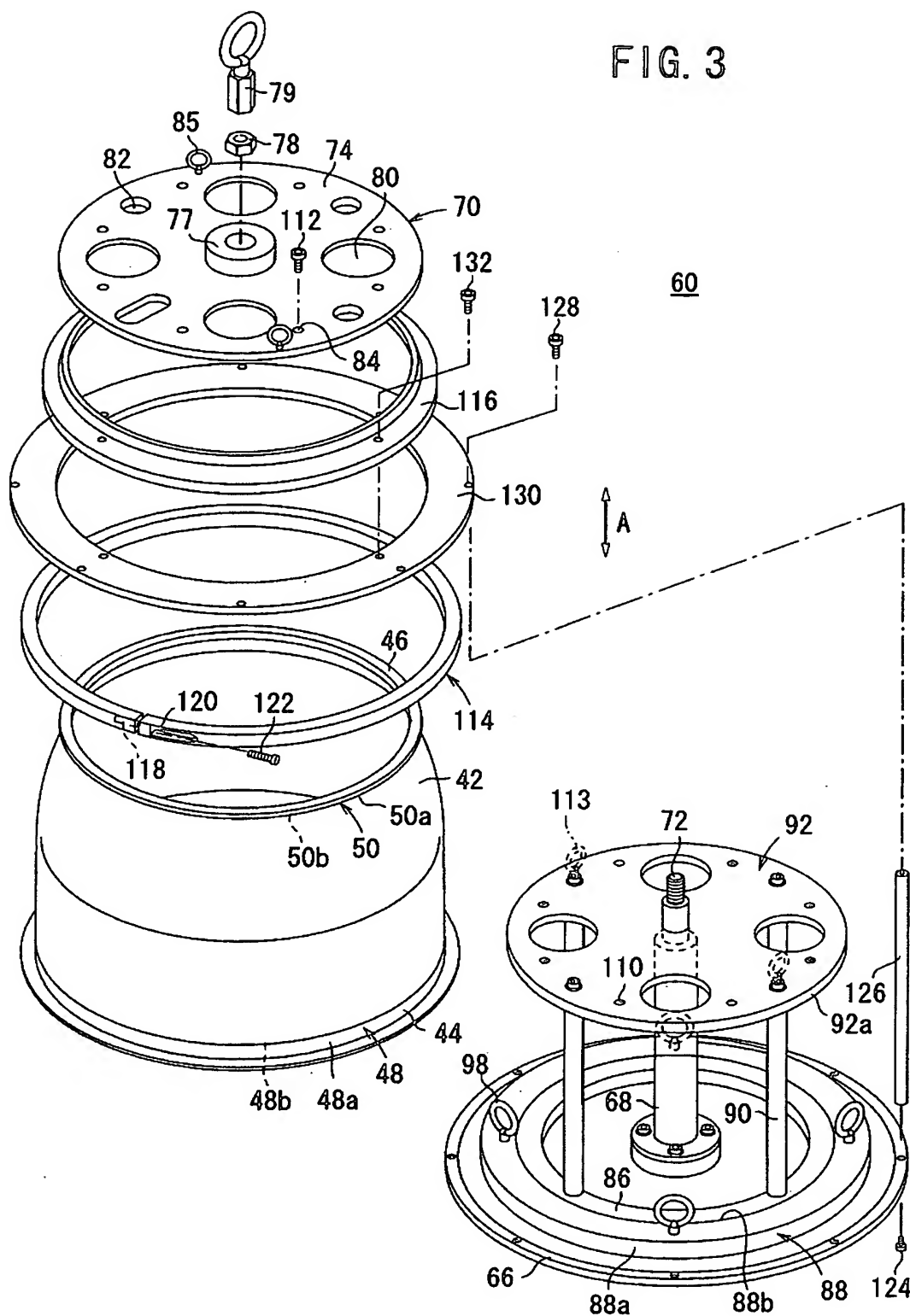
FIG. 2

10

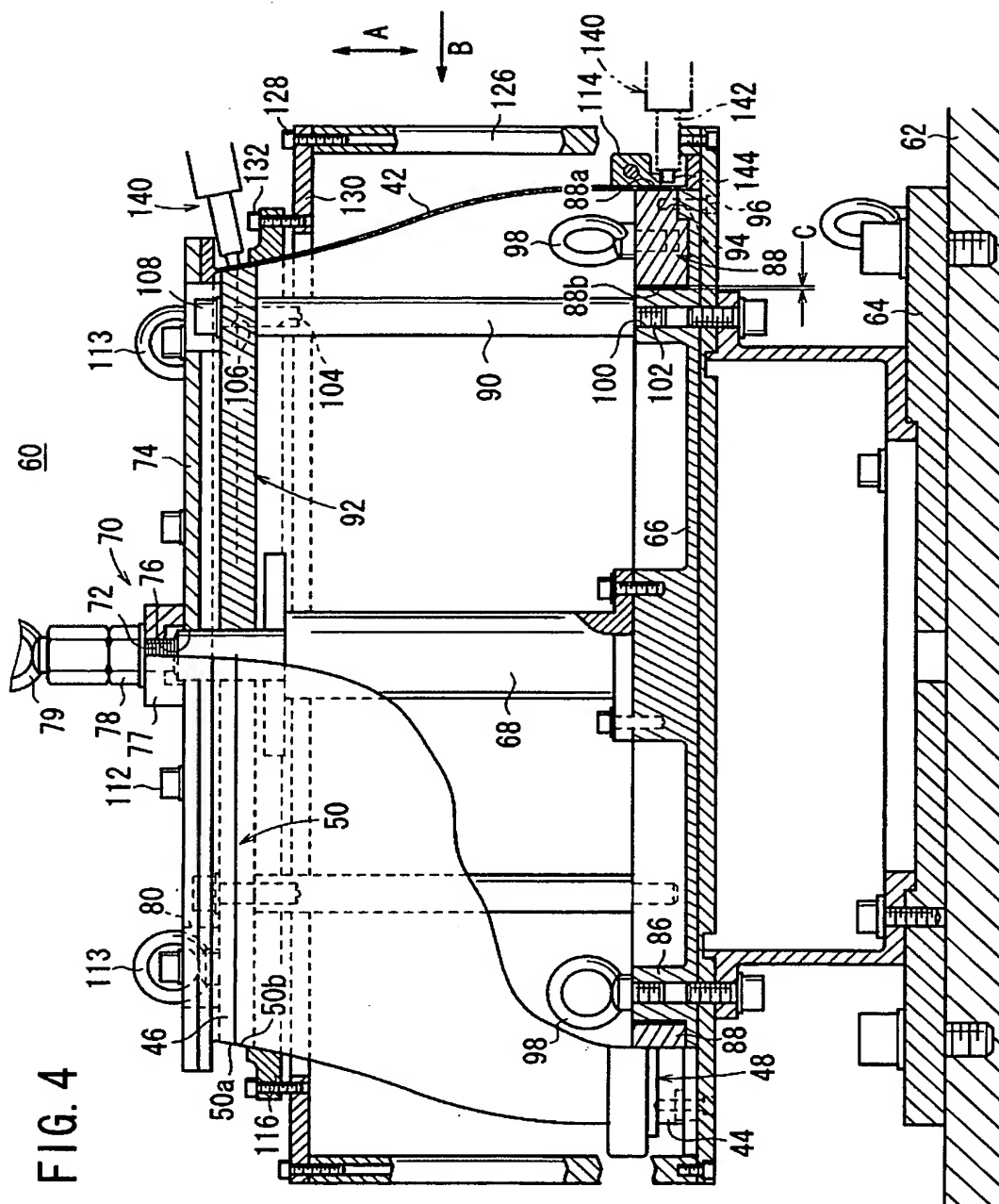


【図 3】

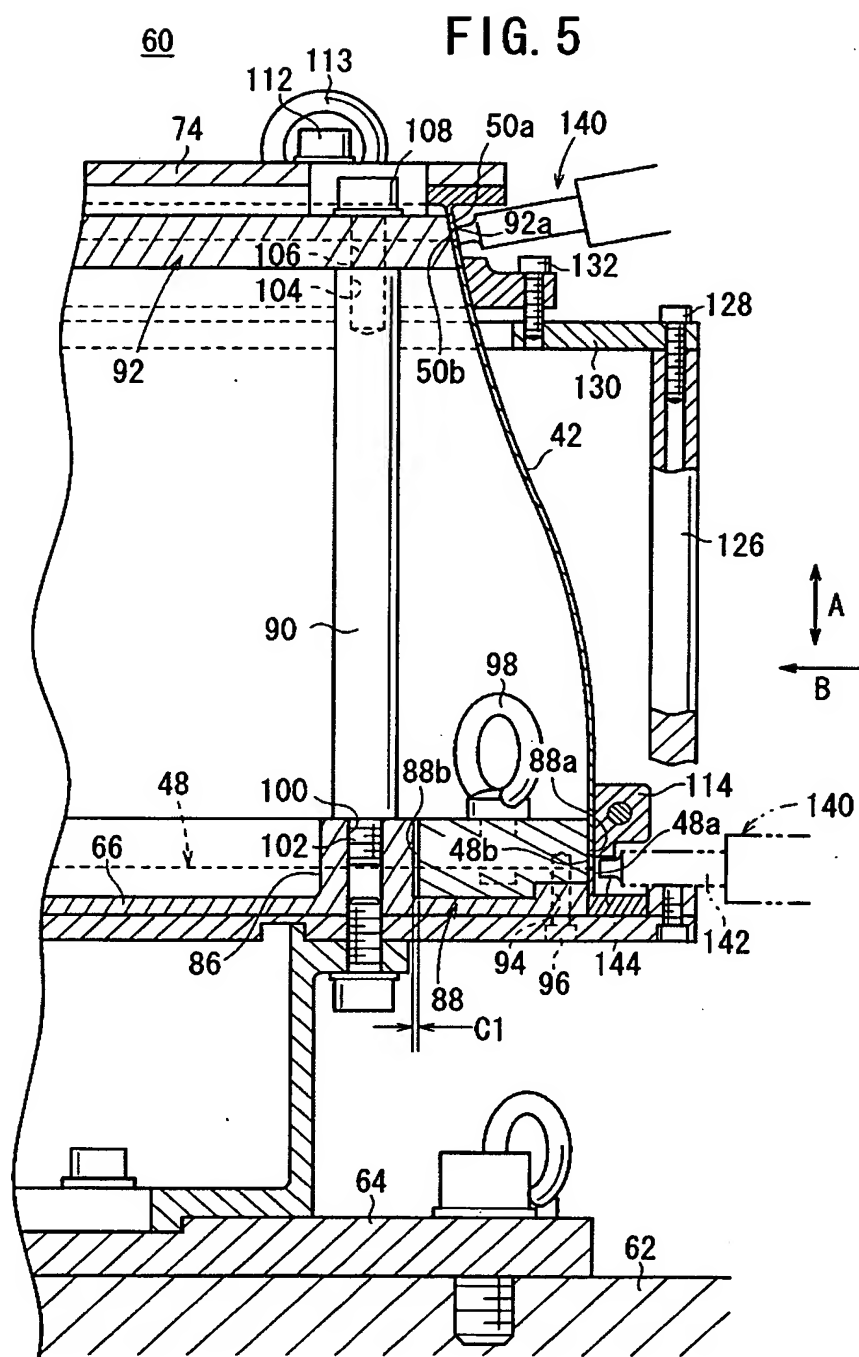
FIG. 3



【図 4】

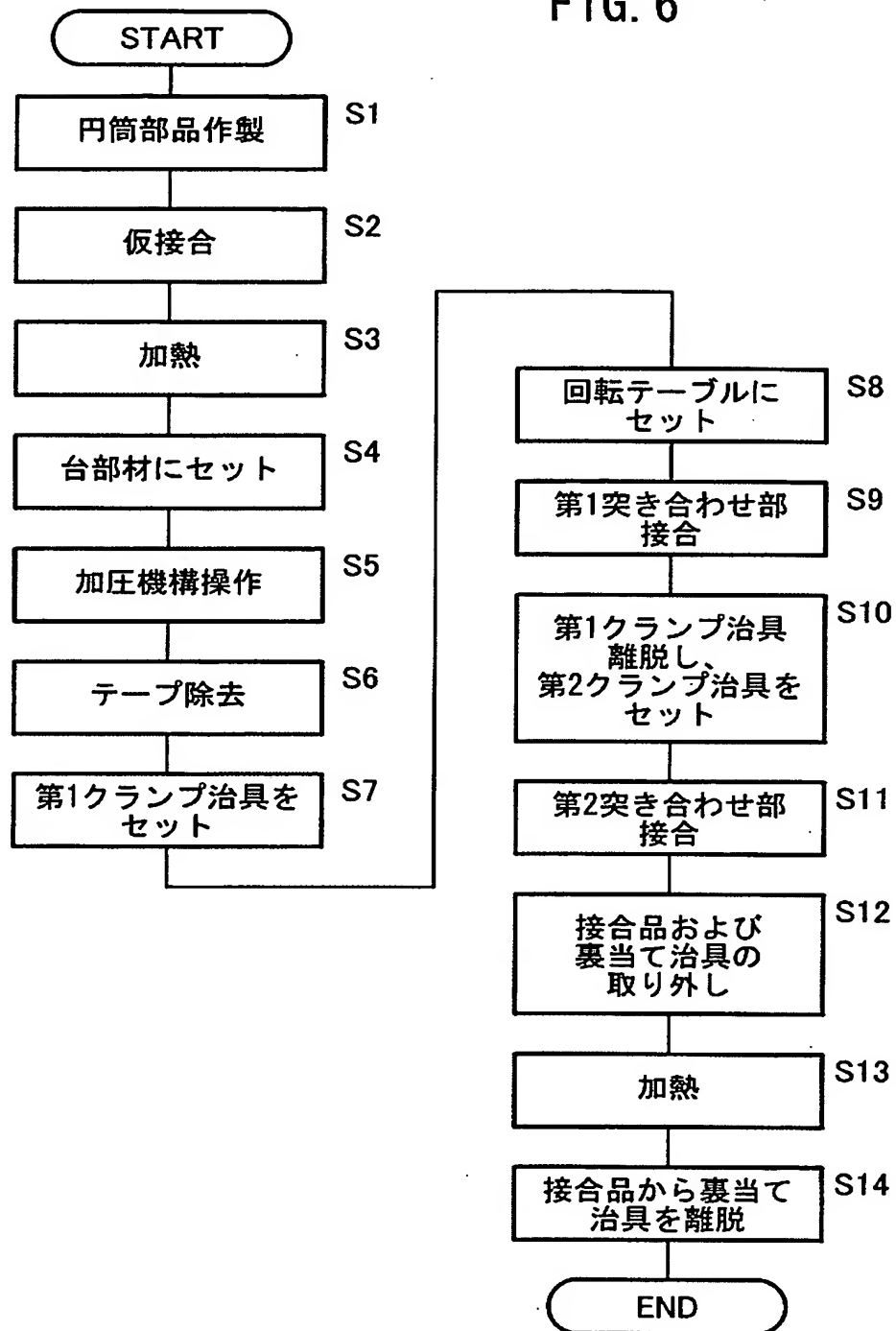


【図 5】

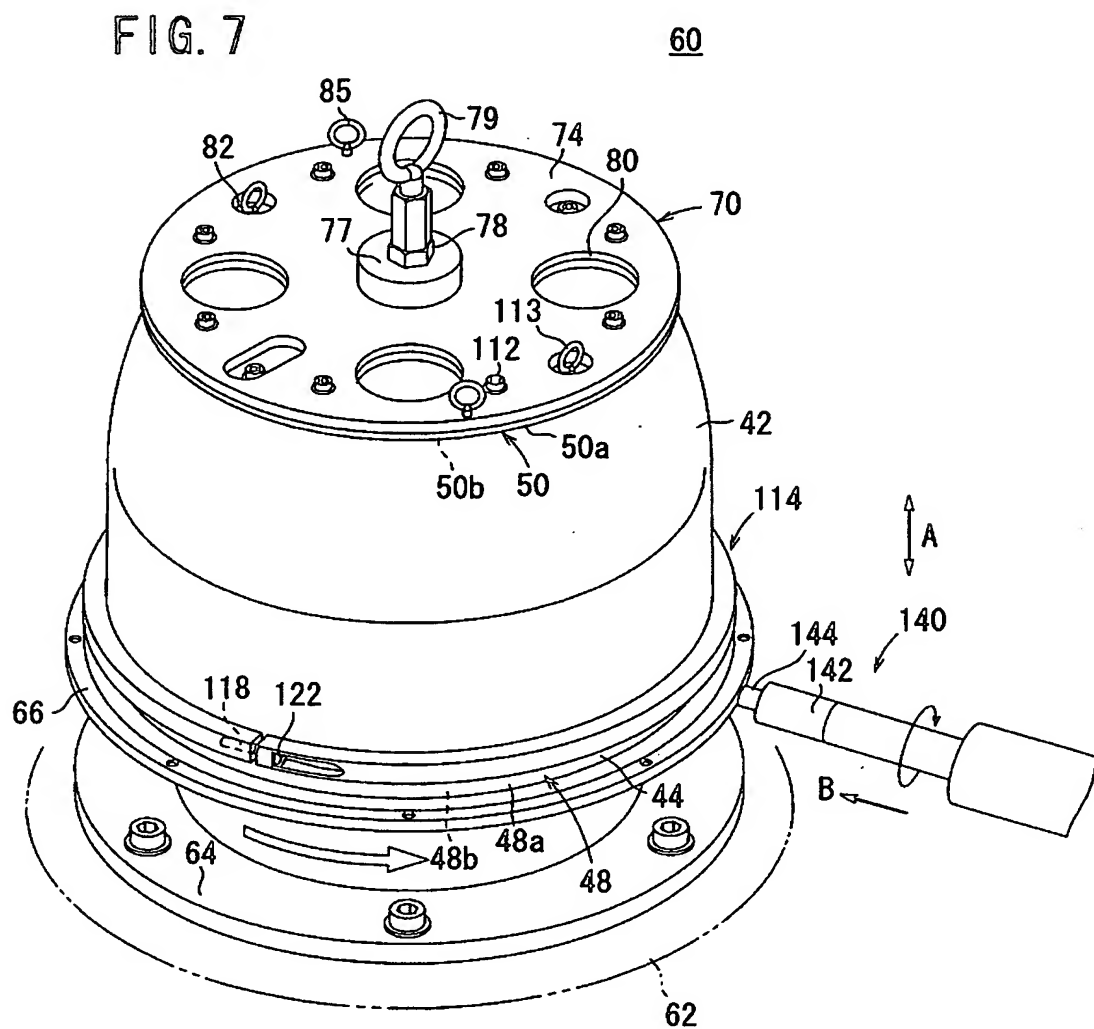


【図 6】

FIG. 6

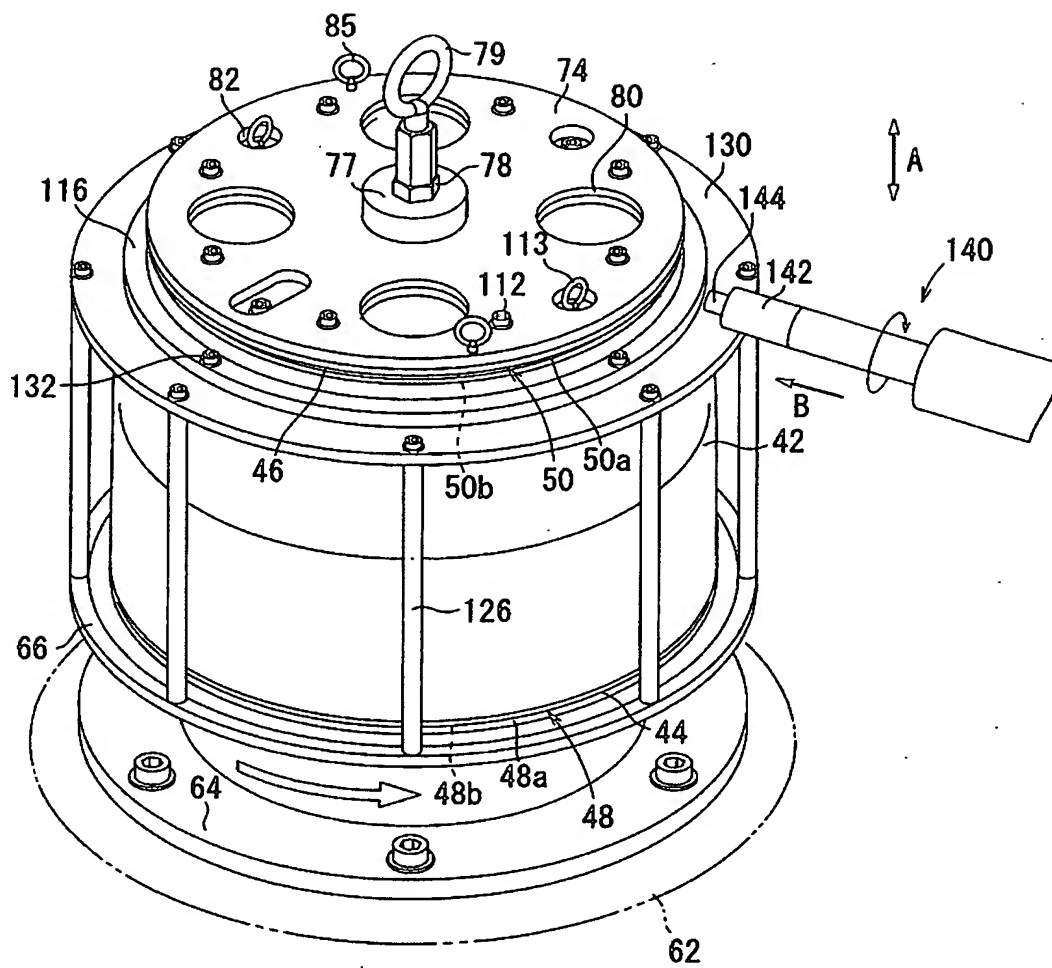


【図 7】

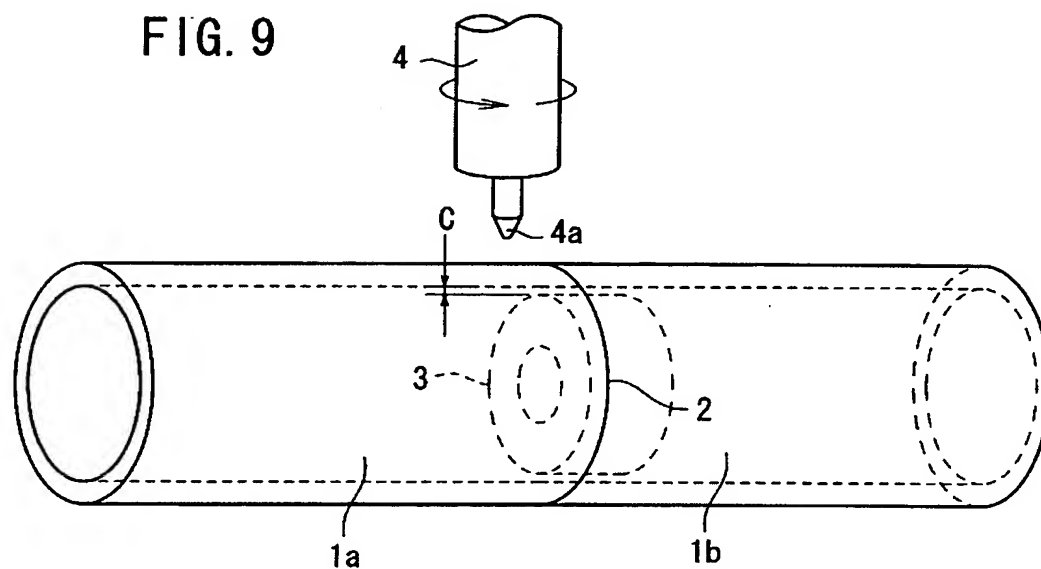


【図 8】

FIG. 8



【図 9】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 第 1 および第 2 円筒部材同士の真円度を確実に保持して接合することができ、しかも、構成および工程の簡素化を図ることを可能にする。

【解決手段】 胴部材 4 2 およびフランジ部材 4 4、4 6 の第 1 および第 2 突き合わせ部 4 8、5 0 が、第 1 および第 2 裏当て治具 8 8、9 2 に保持される。その際、第 1 および第 2 突き合わせ部 4 8、5 0 の内周面 4 8 b、5 0 b は、第 1 および第 2 裏当て治具 8 8、9 2 の外周面 8 8 a、9 2 a に密着状態で嵌合しており、前記第 1 および第 2 突き合わせ部 4 8、5 0 は、所望の形状に保持される。次いで、高速回転するプローブ 1 4 4 により第 1 突き合わせ部 4 8 と第 2 突き合わせ部 5 0 とに沿って摩擦攪拌接合が施される。

【選択図】 図 5

特願 2 0 0 3 - 0 0 6 1 4 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社